This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

Pelta Lumi — Annex C

Interoperabilidad, Integración con Sistemas Actuales y Migración a Nuevas Tecnologías

Especificación Técnica

Pelta Lumi debe integrarse con el ecosistema tecnológico existente sin requerir cambios en infraestructura del cliente, y al mismo tiempo estar preparado para nuevas tecnologías incluyendo computación cuántica, agentes de IA autónomos, wearables y sistemas de identificación de nueva generación. Este Annex define los mecanismos de integración actuales, las interfaces de extensión y la estrategia de migración hacia tecnologías emergentes.

1. Filosofía de Integración

1.1 Principios de Diseño

Pelta Lumi adopta una arquitectura de integración basada en tres principios:

1. **Plug-in, no reemplazo:** Pelta Lumi se integra como una capa adicional sobre la infraestructura existente. No requiere reemplazar MDM, SIEM, VPN, antivirus ni ningún otro sistema en producción.
2. **Contratos estables, implementaciones intercambiables:** todas las interfaces de integración están definidas mediante contratos (protobuf, OpenAPI, JSON Schema) que no cambian entre versiones menores. Las implementaciones internas pueden evolucionar sin afectar a los integradores.
3. **Degradación elegante:** si Pelta Lumi no puede acceder a una fuente de datos (por restricciones del S.O., permisos no otorgados, o plataforma con capacidades limitadas), el sistema continúa operando con las fuentes disponibles, indicando explícitamente qué capacidades están reducidas.

2. Integración con Sistemas Actuales

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

2.1 MDM (Mobile Device Management)

Pelta Lumi se integra nativamente con plataformas MDM para despliegue corporativo con permisos elevados:

Plataforma MDM	Mecanismo	Capacidades adicionales
Android Enterprise (Google)	Managed Configuration + Device Policy Controller	PACKAGE_USAGE_STATS sin prompt, VPNService silencioso, permisos de accesibilidad preaprobados
Apple DEP / ABM	MDM Profile + Supervised Mode	Network Extension pre-aprobado, mayor visibilidad de red
Microsoft Intune	App Configuration Policy (Android/iOS)	Distribución de configuración QHF params vía política
VMware Workspace ONE	SDK de integración	Wrappers de apps con visibilidad extendida
IBM MaaS360	App Compliance Framework	Reporting de score de riesgo Pelta Lumi a consola MDM

API de integración MDM:

```
{
  "pelta_lumi_managed_config": {
    "qhf_params": { "hash_function": "SHA3-256", "kappa": 10.0 },
    "telemetry_consent": "opt_in_aggregated",
    "alert_threshold": "inference_strong",
    "siem_forward_url": "https://siem.corp/pelta-lumi",
    "log_retention_days": 90,
    "federated_learning": false
  }
}
```

2.2 SIEM (Security Information and Event Management)

Pelta Lumi expone un forwarding de alertas compatible con los principales SIEMs del mercado:

SIEM	Protocolo	Formato	Autenticación

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

Splunk	HEC (HTTP Event Collector)	JSON + CEF	Bearer token
IBM QRadar	Syslog (UDP/TCP TLS)	LEEF 2.0	mTLS
Microsoft Sentinel	Log Analytics REST API	JSON	Azure AD OAuth2
Elastic SIEM	Elasticsearch REST API	ECS (Elastic Common Schema)	API Key
ArcSight	CEF sobre Syslog	CEF 0	mTLS

Estructura de evento CEF con QHF:

```
CEF:0|PeltaLumi|Agent|5.0|{type}|{name}|{severity}|
 rt={timestamp} src={device_hash} app={app_hash}
 msg={explanation} cs1={certainty_level} cs1Label=certaintyLevel
 cs2={confidence_score} cs2Label=confidenceScore
 cs3={qhf_block_hash} cs3Label=qhfBlockHash
 cs4={influence_vector} cs4Label=influenceVector
 flexString1={recommended_action} flexString1Label=recommendedAction
```

2.3 REST API Pública (OpenAPI 3.1)

Pelta Lumi expone una API REST local (on-device daemon) y una API edge (cuando el usuario activa sync):

Endpoints principales:

Método	Endpoint	Descripción
GET	`/api/v1/status`	Estado del agente, versión, permisos activos, capacidades
GET	`/api/v1/detections`	Lista de detecciones recientes con paginación
GET	`/api/v1/detections/{id}`	Detalle de una detección con evidencia y QHF block
GET	`/api/v1/log/export`	Exportar log inmutable QHF en JSON-LD con firma
POST	`/api/v1/log/verify`	Verificar integridad de un log exportado
GET	`/api/v1/graph`	Grafo de influencia actual en formato GraphSON

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

PUT	/api/v1/config	Actualizar configuración (requiere autenticación local)
POST	/api/v1/feedback	Enviar feedback sobre una detección (confirmar/descartar)

2.4 gRPC + Protobuf (Telemetría Edge)

La comunicación entre el agente on-device y el edge aggregator usa gRPC con protobuf para eficiencia binaria:

```
syntax = "proto3";
package pelta.lumi.v5;

service PeltaLumiTelemetry {
  rpc StreamEvents(stream TelemetryEvent) returns (TelemetryAck);
  rpc GetModelUpdate(ModelUpdateRequest) returns (ModelUpdate);
  rpc SubmitFederatedGradient(FederatedGradient) returns (GradientAck);
}

message TelemetryEvent {
  string event_id = 1;
  int64 timestamp_ns = 2;
  string event_type = 3;
  QHFDescriptor qhf = 4;
  float confidence_score = 5;
  string certainty_level = 6;
  repeated string evidence_hashes = 7;
}

message QHFDescriptor {
  double X_O = 1;
  double S_norm = 2;
  double E_O_log10 = 3;
  int64 T_index = 4;
  int32 C_code = 5;
  map<string, string> metadata = 6;
  string qhf_hash = 7;
  string hash_function = 8;
```

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

```
}
```

2.5 OpenTelemetry (Observabilidad)

Pelta Lumi incluye un exportador OTLP configurable para integración con cualquier backend de observabilidad compatible:

- **Grafana / Prometheus:** métricas de detección, latencias, scores de riesgo aggregados.
- **Jaeger / Zipkin:** trazas de detección end-to-end (desde evento de sensor hasta notificación al usuario).
- **Datadog / New Relic:** integración via OTLP collector.

Atributos de span estándar de Pelta Lumi:

```
pelta.detection.type = "real_time_influence"
pelta.detection.certainty = "INFERENCE_STRONG"
pelta.detection.confidence = 0.83
pelta.qhf.hash = "sha3-256:..."
pelta.qhf.S_norm = 0.41
pelta.qhf.E_0_log10 = 7.82
pelta.influence.vector = "geofence_nudge"
```

3. Extensibilidad a Nuevas Plataformas

3.1 PC Windows

Componente	API / Mecanismo	Capacidad
Tráfico de red	Windows Filtering Platform (WFP)	Inspección de metadatos DNS/TLS
Procesos y permisos	ETW (Event Tracing for Windows)	Monitoreo de acceso a cámara y micrófono

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

Notificaciones	Windows Notification Service (WNS)	Análisis de dark patterns en notificaciones
Almacenamiento QHF log	NTFS Alternate Data Streams + ACL restringida	Log WORM local
Integración corporativa	Group Policy / WMI	Configuración centralizada

3.2 PC macOS

Componente	API / Mecanismo	Capacidad
Tráfico de red	Network Extension Framework	Inspección de metadatos DNS/TLS
Permisos de sensores	Endpoint Security Framework	Monitoreo de acceso a cámara y micrófono
Notificaciones	UserNotifications framework	Análisis de dark patterns
Almacenamiento QHF log	Keychain + SQLite con WAL restringido	Log WORM local

3.3 Extensión de Navegador (Chrome/Firefox/Edge)

La extensión de navegador detecta dark patterns en tiempo real en páginas web:

Capacidad	Implementación	Nivel de certeza
Análisis de UI de consentimiento	DOM inspection + NLP en texto de botones	Evidencia Directa
Detección de urgencia artificial	Clasificador de texto en notificaciones web push	Inferencia Fuerte
Fingerprinting de trackers	Comparación con EasyList / Disconnect.me / uBlock lists	Evidencia Directa
Análisis de consent strings TCF	Decodificación de IAB TCF string en cookies/localStorage	Evidencia Directa
Reportar al log QHF local	WebExtension Native Messaging → agente Pelta Lumi	Integración completa

3.4 Router Doméstico (OpenWRT / pfSense / pi-hole)

Pelta Lumi Router Extension opera como plugin DNS-over-HTTPS con análisis de metadatos:

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

Capacidad	Implementación
DNS-level tracker blocking	Integración con listas de bloqueo + blocklist propia de Pelta Lumi
Análisis de dominios de data brokers	Base de datos actualizable vía Model Registry
Co-ubicación por red local	Análisis de dispositivos en la red local (con consentimiento del administrador)
Forwarding a SIEM	Integración con el módulo SIEM de Pelta Lumi

4. Preparación para Tecnologías Emergentes

4.1 Wearables y Dispositivos IoT

Los wearables (smartwatches, fitness trackers, audífonos con IA) generan nuevas superficies de perfilamiento:

Dispositivo	Vectores nuevos	Integración Pelta Lumi
Smartwatch	HR, SpO2, patrones de actividad continua, ECG, datos de sueño de alta resolución	Agente Wear OS / watchOS con QHF log sincronizado
Audífonos IA (AirPods, Galaxy Buds con IA)	Análisis de voz siempre activo, detección de contexto por audio ambiental	Detección de endpoints de audio streaming en tráfico BT/Wi-Fi
Anillos / trackers biométricos (Oura, etc.)	HRV, temperatura, patrones circadianos, ciclo menstrual	Análisis de tráfico de sync y SDKs de health API
Gafas AR/VR	Eye-tracking, mapeo del entorno, reconocimiento facial ambiental	Detección de endpoints de computer vision en tráfico

Estrategia de integración: los wearables son tratados como dispositivos secundarios del mismo usuario. Pelta Lumi los incorpora al grafo de influencia del dispositivo primario (smartphone) cuando hay un canal BT o Wi-Fi entre ellos, con consentimiento del usuario.

4.2 Agentes de IA Autónomos

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

El NIST AI Agent Standards Initiative (2026) define lineamientos para sistemas de IA autónomos que actúan en nombre de usuarios. Pelta Lumi identifica y monitorea agentes de IA que operen en el dispositivo del usuario:

Tipo de agente	Riesgo de perfilamiento	Detección Pelta Lumi
Agentes de compras autónomos	Acceso a historial de compras, preferencias, presupuesto; pueden ser dirigidos por advertisers	Análisis de permisos + tráfico a endpoints de advertising dentro del agente
Asistentes de salud IA	Acceso a datos biométricos de alta sensibilidad; riesgo de perfilamiento médico	M6: Detección de data brokers en tráfico del agente de salud
Agentes de navegación web	Generan perfil de navegación más rico que el usuario manual	Detección de behavioral analytics en agentes de browsing
LLM embedidos en apps	Prompts del usuario enviados a servidores de terceros sin declaración	Detección de endpoints de LLM no declarados en tráfico de app

Nuevo módulo planificado — M8 (AI Agent Monitor): Detecta cuando un agente de IA autónomo en el dispositivo del usuario está siendo instruido o influenciado por actores de advertising o perfilamiento, y notifica al usuario sobre posibles conflictos de interés del agente.

4.3 Digital Twins y Metaverso

Las plataformas de metaverso y digital twins crean perfiles de comportamiento aún más ricos que el smartphone convencional:

- Datos de eye-tracking en VR/AR: ~90 fixaciones por segundo, revelan foco atencional con granularidad de milisegundos.
- Datos de movimiento corporal (hand tracking, full-body IK): permiten inferir estado emocional, estado de salud física y patrones de comportamiento.
- Interacciones sociales virtuales: construcción de grafo social digital completo.

Estrategia Pelta Lumi: extensión a plataformas XR (Extended Reality) como módulo separado que opera dentro del runtime de la plataforma (OpenXR, Meta SDK, Apple visionOS) con análisis de flujo de datos fuera del entorno virtual.

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

4.4 Computación Cuántica

A medida que los computadores cuánticos aumentan su potencia, Pelta Lumi ejecuta la ruta de migración definida en el Annex B. Adicionalmente, la arquitectura cuántica abre nuevas capacidades de detección:

Capacidad futura	Tecnología	Horizonte
Correlación multi-dispositivo a escala masiva	Algoritmos cuánticos de clustering (variantes de k-means cuántico)	2030+
Detección de patrones en grafos de influencia global	Quantum Graph Neural Networks	2028+
Verificación de integridad de log en tiempo constante	Quantum hash verification (investigación activa)	2032+

La arquitectura modular del QHF en Pelta Lumi permite incorporar estas capacidades como extensiones del descriptor H_q cuando estén disponibles, sin cambiar el esquema de datos del log inmutable.

5. Estándares y Marcos de Referencia

5.1 Estándares Técnicos de Integración

Estándar	Organismo	Aplicación en Pelta Lumi
RFC 3161	IETF	Timestamping de root hash del Merkle tree
RFC 8446 (TLS 1.3)	IETF	Comunicación on-device ↔ edge
NIST SP 800-63	NIST	Autenticación del usuario para exportación de log
NIST FIPS 203/204/205	NIST	Primitivas criptográficas post-cuánticas (Annex B)
OpenTelemetry 1.x	CNCF	Exportación de trazas y métricas
IAB TCF 2.2	IAB Europe	Análisis de consent strings en M7
W3C Verifiable Credentials	W3C	Formato alternativo para export de evidencia legal

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

ISO/IEC 27037	ISO	Preservación de evidencia digital — compatible con log QHF

5.2 Marcos Regulatorios

Marco	Jurisdicción	Cumplimiento en Pelta Lumi
GDPR Art. 17/20	Unión Europea	Log exportable + derecho al olvido (purga con hash cero)
LGPD	Brasil	Log exportable + consentimiento granular
CCPA / CPRA	California, EE.UU.	Opt-out de telemetría + log auditable
DSA Art. 25	Unión Europea	Detección de dark patterns
PIPL	China	Procesamiento on-device primario
NIST AI RMF	EE.UU.	Explicabilidad + gestión de riesgo de IA
ISO/IEC 42001	ISO	Sistema de gestión de IA — marco de certificación futuro

6. Plan de Actualizaciones y Mantenimiento

6.1 Model Registry y Actualizaciones Seguras

Todas las actualizaciones de modelos IA, listas de data brokers y parámetros QHF se distribuyen a través del Model Registry con verificación de integridad:

```
Servidor Model Registry
   ↓
Paquete de actualización firmado:
 { modelo_onnx, qhf_hash_modelo, firma_ECDSA_P256, version }
   ↓
Agente Pelta Lumi on-device:
 1. Verificar firma con clave pública del Model Registry
 2. Verificar QHF hash del modelo
 3. Test de regresión sobre escenarios de validación locales
 4. Si pasa: activar nuevo modelo; si falla: mantener versión anterior
 5. Registrar actualización en QHF Immutable Log
```

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

6.2 Ciclo de Vida de Versiones

Versión	Estado	Soporte QHF	Soporte criptográfico
v5.0 (actual)	Activo	SHA3-256 + ECDSA-P256	Clásico
v5.5 (planificado)	Desarrollo	SHA3-256 + BLAKE3 híbrido	Clásico + PQC híbrido
v6.0 (futuro)	Investigación	BLAKE3	PQC completo (Dilithium-3)

7. Conclusión del Annex C

Pelta Lumi v5.0 está diseñado para integrarse en el ecosistema tecnológico actual sin fricciones — funcionando como una capa de observabilidad y defensa sobre infraestructura existente — y para evolucionar hacia nuevas tecnologías sin requerir rediseño arquitectónico.

Las tres garantías de este diseño son:

1. **Integración hoy:** REST/gRPC, OpenTelemetry, SIEM (Splunk, QRadar, Sentinel), MDM (Android Enterprise, Apple DEP, Intune) y extensión de navegador permiten desplegar Pelta Lumi en entornos corporativos y personales con configuración mínima.

2. **Extensibilidad mañana:** la arquitectura modular soporta wearables, agentes de IA autónomos, plataformas XR y router doméstico mediante contratos estables que no cambian entre versiones.

3. **Preparación para el futuro cuántico:** la separación descriptor-criptografía del QHF permite migrar a CRYSTALS-Dilithium + BLAKE3 cuando los estándares NIST PQC (FIPS 203/204/205) sean ampliamente adoptados, sin cambio de esquema de datos y con compatibilidad hacia atrás del log histórico.

LICENSE AND CONDITIONS OF USE.
The content is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) license:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
By using this content and model, you agree to:
Provide appropriate credit, include a link to the above license, and indicate if changes were made.
Not use the material or any derivative works for commercial purposes.
Distribute any adaptations or derivative works only under the same CC BY-NC-SA 4.0 license.
Not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

This model and documentation are provided for non-commercial use only under the CC BY-NC-SA 4.0 license.
No commercial use, profiling, or exploitation of IP logs or trade secrets is permitted.
See full "License and Conditions of Use" notice for details.
In case of conflict or ambiguity, the most restrictive interpretation in favor of non-commercial use, user privacy, and protection of trade secrets shall prevail.
Author: Carlos Daniel Borrego Romero

Data logging and trade secrets policy.
The design, implementation, and deployment of this model, as well as any derivatives, do not authorize the collection, storage, or exploitation of IP addresses, unique device identifiers, or other technical traceability data for commercial profiling, targeted advertising, or any other economic exploitation.
Any system implementing this model must limit the logging and retention of IP addresses and other identifiable data strictly to what is necessary to:
(a) maintain technical security and service integrity; and
(b) comply with applicable legal obligations (for example, any minimum log retention required by law).
It is prohibited to use this model or its derivatives to:
capture, store, or exploit trade secrets, proprietary know-how, or confidential information of users or third parties for any purpose other than providing the technical service described in this documentation; or train or improve closed, commercial systems using data that contains confidential information of third parties without their prior, explicit, written consent.

---+EOD+---